

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-189031

(43)Date of publication of application : 10.07.2001

(51)Int.CI.

G11B 7/135  
 G02B 1/10  
 G02B 3/00  
 G02B 5/08  
 G02B 5/32  
 G02B 17/08  
 G11B 7/004  
 G11B 7/125  
 G11B 7/13  
 H01L 31/0232  
 H01L 31/10  
 H01S 5/028  
 H01S 5/14

(21)Application number : 2000-252553

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 23.08.2000

(72)Inventor : KAMIYANAGI KIICHI

(30)Priority

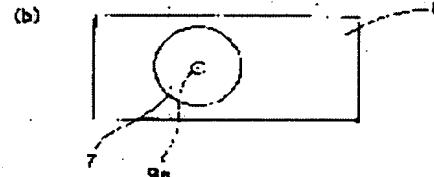
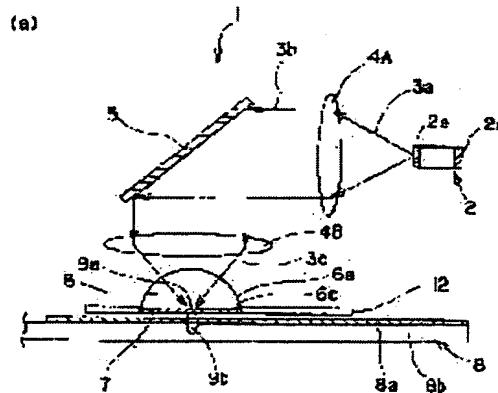
Priority number : 11300523 Priority date : 22.10.1999 Priority country : JP

## (54) OPTICAL HEAD AND OPTICAL DISK UNIT

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical head and an optical disk unit having the stable reproduction output over the using temperature range, with which the S/N ratio of the reproduced signal becomes high and the high recording density of the optical disk is obtainable, in the case the signal is reproduced by using the self-combination effect of a semiconductor laser.

**SOLUTION:** A resonator of the semiconductor laser is constituted of a high reflection film 2d on the rear end surface of an activated medium 2 for semiconductor laser and a reflecting/transmitting film 7 formed on the surface 6c to be converged of a transparent medium 6 for convergence. The reflecting/transmitting film 7 is provided with a transmittance such that the intensity difference of the signals detecting the lights returned from a recording medium 8a is increased in accordance with the recorded information of the recording medium 8a. Thus, the reproduced signal having the high S/N ratio is obtained even though a light spot 9a is made smaller.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-189031

(P 2 0 0 1 - 1 8 9 0 3 1 A)

(43) 公開日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(51) Int.Cl. 7  
G11B 7/135

識別記号

F I  
G11B 7/135マーク (参考)  
A 2H042  
Z 2H049G02B 1/10  
3/00  
5/08G02B 3/00  
5/08  
5/32B 2H087  
Z 2K009  
5D090

審査請求 未請求 請求項の数26 ○ L (全19頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-252553 (P 2000-252553)  
 (22) 出願日 平成12年8月23日 (2000.8.23)  
 (31) 優先権主張番号 特願平11-300523  
 (32) 優先日 平成11年10月22日 (1999.10.22)  
 (33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000005496  
 富士ゼロックス株式会社  
 東京都港区赤坂二丁目17番22号  
 (72) 発明者 上柳 喜一  
 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン  
 テクなかい 富士ゼロックス株式会社内  
 (74) 代理人 100071526  
 弁理士 平田 忠雄

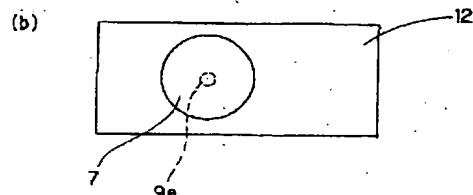
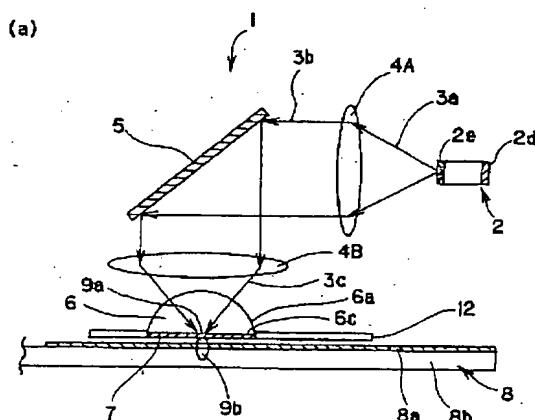
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ヘッドおよび光ディスク装置

## (57) 【要約】

【課題】 半導体レーザの自己結合効果を用いて信号を再生する場合に、再生信号のS/N比が高く、光ディスクの高記録密度化が可能で、使用温度範囲わたって再生出力の安定な光ヘッドおよび光ディスク装置を提供する。

【解決手段】 半導体レーザ活性媒体2の後端面の高反射膜2dと透明集光用媒体6の被集光面6cに形成された反射透過膜7により半導体レーザの共振器を構成する。反射透過膜7は、記録媒体8aからの戻り光を検出した信号の強度差が記録媒体8aの記録情報に応じて大きくなるような透過率を有する。これにより、光スポット9aを小さくしてもS/N比の高い再生信号が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】後端面に高反射膜を有し、前端面に反射防止膜を有して前記前端面からレーザ光を出射する半導体レーザ活性媒体と、

前記半導体レーザ活性媒体の前記前端面から出射された前記レーザ光を集光して被集光面上に光スポットを形成する透明集光用媒体と、

前記透明集光用媒体の前記被集光面に形成され、所定の透過率を有して前記半導体レーザ活性媒体の前記高反射膜との間で半導体レーザの共振器を構成するとともに、前記被集光面上に形成された前記光スポットを前記所定の透過率に応じて透過させて記録媒体に前記レーザ光を入射させる反射透過膜と、

前記記録媒体に入射した前記レーザ光の戻り光に基づいて前記半導体レーザ活性媒体が発振する状態を検出する検出器とを備えたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項2】前記反射透過膜が有する前記所定の透過率は、前記記録媒体の記録情報に応じた光強度を有する前記戻り光の検出により前記検出器から出力される検出信号の強度差がほぼ最大となるように設定される構成の請求項1記載の光ヘッド。

【請求項3】前記反射透過膜が有する前記所定の透過率は、10%以上を有する構成の請求項1記載の光ヘッド。

【請求項4】前記反射透過膜は、金属膜、誘電体多層膜、あるいは超解像膜から形成された請求項1記載の光ヘッド。

【請求項5】前記透明集光用媒体は、0.8以上の開口数を有し、前記被集光面に直径0.2μm以下の前記光スポットを形成する構成の請求項1記載の光ヘッド。

【請求項6】前記透明集光用媒体は、半球状あるいは裁底球状を有し、球面部を前記入射面とし、底面部を前記被集光面とする構成の請求項1記載の光ヘッド。

【請求項7】前記透明集光媒体は、屈折率分布型マイクロレンズから構成され、前記屈折率分布型マイクロレンズの底面部を前記被集光面とする構成の請求項1記載の光ヘッド。

【請求項8】前記透明集光用媒体は、前記入射面に入射した前記レーザ光を反射させて前記被集光面に前記光スポットを形成する反射面を有し、

前記反射面は、回転放物面の一部、あるいは回転楕円面の一部から構成され、前記反射面の表面に反射体が形成された請求項1記載の光ヘッド。

【請求項9】前記透明集光用媒体は、前記入射面に入射した前記レーザ光を反射させて前記被集光面に前記光スポットを形成する反射面を有し、

前記反射面は、平面から構成され、前記反射面の表面に、前記入射面に入射した前記レーザ光を集光する集光作用を有する反射型ホログラムが形成された請求項1記載の光ヘッド。

【請求項10】前記透明集光用媒体は、前記入射面の表面に、前記入射面に入射した前記レーザ光を集光する集光作用を有する透過型ホログラムが形成された請求項1記載の光ヘッド。

【請求項11】後端面に高反射膜を有し、前端面に反射防止膜を有して前記前端面からレーザ光を出射する半導体レーザ活性媒体と、

前記半導体レーザ活性媒体の前記前端面から出射された前記レーザ光を集光して被集光面上に光スポットを形成する透明集光用媒体と、

前記透明集光用媒体の前記被集光面の集光位置に所定のサイズの開口を有し、前記半導体レーザ活性媒体の前記高反射膜との間で半導体レーザの共振器を構成するとともに、前記被集光面上に形成された前記光スポットから前記開口を通して記録媒体に前記レーザ光を入射させる反射遮光膜と、

前記記録媒体に入射した前記レーザ光の戻り光に基づいて前記半導体レーザ活性媒体が発振する状態を検出する検出器とを備えたことを特徴とする光ヘッド。

10

【請求項12】前記透明集光用媒体は、0.8以上の開口数を有することを特徴とする請求項11記載の光ヘッド。

【請求項13】前記光スポットは、0.2μm以下の直径を有することを特徴とする請求項11記載の光ヘッド。

【請求項14】前記開口は、前記透明集光用媒体あるいは高屈折率透明媒体により埋め込まれていることを特徴とする請求項11記載の光ヘッド。

20

【請求項15】前記反射遮光膜の前記開口は、前記記録媒体の記録情報に応じた光強度を有する前記戻り光の検出により前記検出器から出力される検出信号の強度差がほぼ最大となるような前記所定のサイズを有する構成の請求項11記載の光ヘッド。

【請求項16】前記反射遮光膜の前記開口は、前記光スポットの直径よりも小さい円形状を有する構成の請求項11記載の光ヘッド。

30

【請求項17】前記反射遮光膜の前記開口は、前記光スポットの直径よりも小さい矩形状を有し、それぞれの辺は前記記録媒体上の記録トラックに直交する方向、あるいは平行な方向に形成された構成の請求項11記載の光ヘッド。

40

【請求項18】前記反射遮光膜の前記開口は、矩形状を有し、長手方向の辺が前記光スポットの直径よりも長く、短手方向の辺が前記光スポットの直径よりも短く、かつ、前記長手方向の辺が前記記録媒体上の記録トラックに直交する構成の請求項11記載の光ヘッド。

【請求項19】前記透明集光用媒体は、半球状あるいは裁底球状を有し、球面部を前記入射面とし、底面部を前記被集光面とする構成の請求項11記載の光ヘッド。

50

【請求項20】前記透明集光用媒体は、屈折率分布型マ

イクロレンズから構成され、前記屈折率分布型マイクロレンズの底面部を前記被集光面とする構成の請求項11記載の光ヘッド。

【請求項21】前記透明集光用媒体は、前記入射面に入射した前記レーザ光を反射させて前記被集光面に前記光スポットを形成する反射面を有し、前記反射面は、回転放物面の一部、あるいは回転楕円面の一部から構成され、前記反射面の表面に反射体が形成された請求項11記載の光ヘッド。

【請求項22】前記透明集光用媒体は、前記入射面に入射した前記レーザ光を反射させて前記被集光面に前記光スポットを形成する反射面を有し、前記反射面は、平面から構成され、前記反射面の表面に、前記入射面に入射した前記レーザ光を集光する集光作用を有する反射型ホログラムが形成された請求項11記載の光ヘッド。

【請求項23】前記透明集光用媒体は、前記入射面の表面に、前記入射面に入射した前記レーザ光を集光する集光作用を有する透過型ホログラムが形成された請求項11記載の光ヘッド。

【請求項24】後端面に高反射膜を有し、前端面に反射防止膜を有して前記前端面からレーザ光を出射する半導体レーザ活性媒体と、

前記半導体レーザ活性媒体の前記前端面から出射された前記レーザ光を集光して被集光面に光スポットを形成する透明集光用媒体と、

前記透明集光用媒体の前記被集光面の集光位置に所定のサイズの開口を有するとともに、前記透明集光用媒体側の面が、前記半導体レーザ活性媒体からのレーザ光が反射して前記半導体レーザ活性媒体に戻らないように傾斜面あるいは凹凸面を有する反射遮光体とを備えたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項25】記録媒体を有する光ディスクと、前記光ディスクの前記記録媒体上にレーザ光を集光させて光スポットを形成し、この光スポットの照射により記録および再生を行う光ヘッドを有する光ディスク装置において、

前記光ヘッドは、

後端面に高反射膜を有し、前端面に反射防止膜を有して前記前端面からレーザ光を出射する半導体レーザ活性媒体と、

前記半導体レーザ活性媒体の前記前端面から出射された前記レーザ光を集光して被集光面上に光スポットを形成する透明集光用媒体と、

前記透明集光用媒体の前記被集光面に形成され、所定の透過率を有して前記半導体レーザ活性媒体の前記高反射膜との間で半導体レーザの共振器を構成するとともに、前記被集光面上に形成された前記光スポットを前記所定の透過率に応じて透過させて前記記録媒体に前記レーザ光を入射させる反射透過膜と、

前記記録媒体に入射した前記レーザ光の戻り光に基づいて前記半導体レーザ活性媒体が発振する状態を検出する検出器とを備えたことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項26】記録媒体を有する光ディスクと、前記光ディスクの前記記録媒体上にレーザ光を集光させて光スポットを形成し、この光スポットの照射により記録および再生を行う光ヘッドを有する光ディスク装置において、

前記光ヘッドは、

後端面に高反射膜を有し、前端面に反射防止膜を有して前記前端面からレーザ光を出射する半導体レーザ活性媒体と、

前記半導体レーザ活性媒体の前記前端面から出射された前記レーザ光を集光して被集光面上に光スポットを形成する透明集光用媒体と、

前記透明集光用媒体の前記被集光面の集光位置に所定のサイズの開口を有し、前記半導体レーザ活性媒体の前記高反射膜との間で半導体レーザの共振器を構成するとともに、前記被集光面上に形成された前記光スポットから

前記開口を通して前記記録媒体に前記レーザ光を入射させる反射遮光膜と、

前記記録媒体に入射した前記レーザ光の戻り光に基づいて前記半導体レーザ活性媒体が発振する状態を検出する検出器とを備えたことを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ヘッドおよび光ディスク装置に関し、半導体レーザの自己結合効果を用いて信号を再生する場合に、再生信号のS/N比が高く、光ディスクの高記録密度化が可能で、使用温度範囲わたって再生出力の安定な光ヘッドおよび光ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクを高記録密度化するための記録・再生方式の一つに、半導体レーザの自己結合効果を用いる方式が知られている。この方式は、半導体レーザの出力光が光ディスクの記録媒体で反射し、その一部が半導体レーザに再入射した場合に、その反射光の強度により半導体レーザの発振状態が変調されることを利用し、その変調度合いを検出することにより、記録媒体の記録情報を再生するものである。この変調度を大きくして半導体レーザをオンオフ変調させると、再生信号のS/Nを大きくすることが可能となることから、本方式は、高密度記録に有望な方式と言える。また、この半導体レーザへの注入電流を増加することにより、上記の反射光の有無に係わらず発振させることができ、そのレーザ光を使用して記録することが可能となる。

【0003】この基本形の従来の光ヘッドとして、例えば、文献I(H.Ukita, Tech. Digest of ODS '91, Tu C 2-1, (1991) P. 130.)に示されるものが

ある。

【0004】この光ヘッドは、半導体レーザの後端面に設けた高反射膜と光ディスクの記録媒体のみにより共振器を構成する方式を用いたものであり、後端面に高反射膜を設けた半導体レーザと、半導体レーザの後に集積され、半導体レーザが変調された時の出力変動を検出するフォトダイオードとを備え、半導体レーザの出力側をテーパ状のリッジにより絞ることにより、出力レーザビームの径を細くしている。しかし、絞り過ぎるとレーザの発振閾値が大幅に増加するため、光スポット径を約1μm程度とするのが限界であり、記録マークもその程度となるため、現DVDの規格のマークサイズ(0.45μm長)に比べても大きく、このままでは、高記録密度化はできない。

【0005】これに対し、微小開口を有する高反射遮光膜を共振器の一方のミラーとして用い、その微小開口から漏れ出す微小のレーザ光を記録再生に使用する方式が提案されている。

【0006】この方式を用いた従来の光ヘッドとして、例えば、文献II(A. Partovi, Tech. Digest of ISOM/ODS '99, ThC-1, (1999) P. 352.)に示されるものがある。この光ヘッドは、0.25μmの微小開口を有する高反射膜を半導体レーザの出力端面に設けたものである。これにより、光スポット径を0.25μmに微小化できる。

【0007】また、半導体レーザの出力光を他の光学系を介して記録媒体に照射して、その反射光を用いて自己結合型の検出を行う方式としては、例えば、文献III(Microoptics News (日本語)、Vol. 16, No. 4, (1998) P. 17、特開2000-48393号公報)、文献IV(特開平11-259894号公報)、文献Va (Appl. Phys. Lett., Vol. 63 (26), (1993) p. 3550)、文献Vb (US P5,389,779 (1995))、および文献VI (Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 37, (1998) p. 3759, 0 plus E Vol. 20 (2), (1998) p. 193)に示されるものがある。

【0008】図22は、上記文献IIIに記載された光ヘッドを示す。この光ヘッド50は、透明集光用媒体の出力面に上記微小開口を有する遮光膜を設けたものであり、半導体レーザ51と、半導体レーザ51からのレーザ光を平行ビームに整形するコリメータレンズ52と、コリメータレンズ52からの平行ビームを集光するセルフォックレンズ53と、セルフォックレンズ53の出力面に設けられた微小開口54aを有する遮光膜54と、半導体レーザ51の出力光を検出するホトダイオード55とを有する。この構成により、半導体レーザ51から出射されたレーザ光は、セルフォックレンズ53により遮光膜54の微小開口54a部に集光され、その一部が微小開口から近接場光の光スポット57として記録媒体56aに照射されて、記録を行う。再生時には、記録媒体56aからの反射戻り光の一部が再度微小開口54aを通過して半導体レーザ51に再入射し、半導体レーザ5

1の光強度ないしインピーダンスを変調し、それらを検出することにより、再生信号が形成される。

【0009】図23は、微小開口54aのサイズと光出力の関係を示す。上記光ヘッドによると、同図から明らかのように、微小開口54aのサイズ0.25μmまで小さくすることができ、光ディスク56の記録媒体56a上に約0.25μmの微小の光スポット57を形成することができる。

【0010】図24は、上記文献IVに記載された光ヘッドを示す。この光ヘッドは、半導体基板70a上に形成された活性層70bを有してレーザ光を半導体基板70aに対して水平に出射する端面発光型半導体レーザ70と、端面発光型半導体レーザ70の後方に設けられたフォトダイオード71と、端面発光型半導体レーザ70およびフォトダイオード71を支持する支持基板72と、

端面発光型半導体レーザ70から出射されたレーザ光を90度曲げるプリズム73と、プリズム73で反射し、対物レンズ74を介して入射したレーザ光を被集光面75aに集光するソリッドイマージョンレンズ75とを有する。対物レンズ74およびソリッドイマージョンレンズ75は、透明光学ガラスあるいは半導体からなる基板76にフォトリソグラフィ技術とドライエッチングとによって形成されて、この基板76上にプリズム73および支持基板72が固定されている。端面発光型半導体レーザ70からのレーザ光をソリッドイマージョンレンズ75の被集光面75aに集光させ、そこから放射される伝播光や、染み出す近接場光を記録媒体56aに照射することにより記録を行い、再生時には記録媒体56aからの反射戻り光をソリッドイマージョンレンズ75により再び集光して半導体レーザ70に再入射することにより、やはりレーザの発振特性を変調してその変調度をフォトダイオード71により検出して再生信号を形成する。

【0011】図25は、文献Va、Vbに記載された光ヘッドを示す。この光ヘッドは、Cavity-SNOM (Scanning Near-field Optical Microscopy) と称されるテーパー型のプローブの先端とレーザの裏面のミラーを用いて共振器(Cavity)を構成し、そのプローブ先端に近接して試料を走査することにより、試料上の情報を、自己結合効果を用いて検出するものであり、裏面にミラー80aを備え、その後方に光検出器81が配置されたレーザ80と、レーザ80から出射されたレーザ光を集光する対物レンズ82と、対物レンズ82からのレーザ光を先端85まで導く光ファイバ83とを有する。光ファイバー83は、一部にレーザ活性材料(Nd原子など)がドープされ、テーパー型に研磨されたテーパー部84を有し、その先端85は波長以下のサイズに狭められている。レーザ80から対物レンズ82を介して光ファイバー83に入射したレーザ光は、その先端85から近接場光を試料86に照射し、その反射光を用いてレーザ80に自己

結合効果を生じさせる。試料86からの情報収集は、この光ファイバ83のテーパー部84を試料86上に走査させながら、反射光の強度変化によるレーザ80の出力変化を光検出器81で検出することにより行う。

【0012】上記文献VIに記載された光ヘッドは、文献Va、Vbに示す光ヘッドと基本構成は同等であるが、レーザ活性媒体として、半導体レーザを使用している点が、文献Va、Vbに示す光ヘッドと異なる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記文献IIに示された光ヘッドによると、半導体レーザ内のレーザビームの直径は通常2~3μmと大きいため、半導体レーザの出力端面に設けた高反射膜の微小開口の直径を高記録密度化に実際的に意味のある0.1μm程度にすると、両者の面積比は数百分の一となり、微小開口からの戻り光による変調度の割合はそれ以上に低くなり、十分な信号強度を得ることができず、0.25μmの微小開口が記録可能な限界となるため、光スポット径を0.1μm以下にすることはできず、光ディスクの高記録密度化が実現できないという問題がある。

【0014】上記文献IIIに示された光ヘッドによると、透明集光用媒体としてセルフォックレンズ53を用いているため、実質的にはレーザ光のビーム径を半導体レーザ51の出力端面のそれよりも小さくすることはできず、2~3μm程度の直径までにしか収束できない。このため、そのレンズ53の出力端面に微小開口54aを有する高反射膜54を設けても、文献IIに示された光ヘッドに比べて微小開口54aから放出されるレーザ光の割合を増すことはできず、戻り光により十分に半導体レーザ51を変調できず、再生信号のS/N比が低いという問題がある。

【0015】上記文献IIIおよび文献IVに記載された光ヘッドは、いずれも再生信号出力が安定しないという問題がある。すなわち、両者の場合、半導体レーザ51と遮光膜54や被集光面75aとの光路の間に、コリメータレンズ52やプリズム73、集光媒体(53, 75)などが入るため、その光路長は1mm以下にすることは困難である。この光路長が温度により変動し、それによって戻り光の位相が、半導体レーザ内の発振光の位相に對して変化する。そのために、ある一定強度の戻り光が半導体レーザに入射しても、位相が一致した場合には、レーザ光強度が増加し、反転した場合には、減少する。光ディスク装置の場合、使用温度は0~80度までと広く、また、光素子の膨張係数は、10<sup>-6</sup>のオーダーであるため、その距離変動は10<sup>-3</sup>mmすなわち1μmのオーダーとなる。一方、位相が反転するまでの距離は、1/2波長に相当し、赤色(650nm)の場合、0.33μm、青色レーザ(400nm)の場合は、0.2μmと、上記の光路長変動に対してもはるかに小さな値であり、温度により再生出力が大きく変動することが分か

る。これを抑えるには、温度調節や熱膨張の補正を行う必要があり、装置が大きくなる、高価となるなど現実的ではない。

【0016】上記文献Va、Vbに記載された光ヘッドは、テーパー部84での光損失が大きいために共振器損失が非常に大きくなる。本従来例では、テーパー部84の先端85径を150nmと比較的大きくしているが、それでも反射率は4%であり、96%が損失となっている。このために、パワー効率が悪く、本従来例では、Krai

オノレーザによる光励起によりレーザ発振を行っており、装置が大型となる。また、テーパー部84の先端85径をこの種の装置として意味のある50nm以下とすると、さらに損失が増大する。すなわち、文献VII(Digital of Optical Data Storage 1996, OWAI-1, p. 214)に示されるように、開口50nmでは、透過率は、0.01%以下であり、残りの大半が、先端85周辺の金属膜によって吸収され、この先端85を加熱することになる。文献VIII(Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 35 (1996) p. 443)に示されているように、12mW以上のレーザ光をテーパー型プローブに入射すると、プローブ先端部が溶解する。また、それ以下のパワーでも、先端部の輻射熱により、試料を加熱するという問題がある。これらの問題から、この型の光ヘッドは、文献Vaにあるように、近接場顕微鏡として試料からの情報検出には使用できても、光記録に使用することはできない。

【0017】上記文献Vbでは、レーザ光源として半導体レーザを使用する例も提案されているが、この場合も高出力を必要とすることには変りない。そのような従来例としては、文献VIに示す例がある。この例では、半導体レーザを使用して信号再生のみを行っているが、その場合でも、殆ど再生信号が得られていない。また、信号再生のみでレーザの注入電流は50mA以上必要であり、消費電力としては100mW以上となり、パワー効率が悪いと共に、加熱により光ヘッドを歪ませるなどの問題が生じる。さらに、本従来例のように相変化媒体に光記録しようすると、再生に必要なパワーの数倍が必要であり、文献VIIIで示される例では、パルス幅5msというDVDなどに比べても1万倍以上長いパルス幅のレーザ光を使用しても、記録パワーとして8mW以上が必要とされ、DVDなどで使用されるパルス幅(数十ns)ではワットクラスのレーザパワーが必要となり非現実となる。以上、詳述したように、開口などにより微小な近接場光を形成して、それにより光記録・再生を行う場合、消費電力を抑えて記録に必要な近接場光の強度を確保するためには、共振器の光損失を減らし、レーザ発振の効率を上げなければならず、テーパー型ファイバを用いた共振器は光記録には不向きである。一方、再生に半導体レーザの自己結合効果を利用する場合、戻り光によるレーザ発振の変調度を大きくするためには、共振器内のレーザ光に対する戻り光の強度比をある程度大きくす

る必要があり、共振器損失には最適値が存在する。上記した従来の自己結合効果を用いた光ヘッドでは、このような最適化は図られていない、あるいは不可能であった。

【0018】従って、本発明の目的は、半導体レーザの自己結合効果を用いて信号を再生する場合に、再生信号のS/N比が高く、光ディスクの高記録密度化が可能な光ヘッドおよび光ディスク装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、使用温度範囲わたって再生出力の安定な光ヘッドおよび光ディスク装置を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、後端面に高反射膜を有し、前端面に反射防止膜を有して前記前端面からレーザ光を出射する半導体レーザ活性媒体と、前記半導体レーザ活性媒体の前記前端面から出射された前記レーザ光を集光して被集光面上に光スポットを形成する透明集光用媒体と、前記透明集光用媒体の前記被集光面に形成され、所定の透過率を有して前記半導体レーザ活性媒体の前記高反射膜との間で半導体レーザの共振器を構成するとともに、前記被集光面上に形成された前記光スポットを前記所定の透過率に応じて透過させて記録媒体に前記レーザ光を入射させる反射透過膜と、前記記録媒体に入射した前記レーザ光の戻り光に基づいて前記半導体レーザ活性媒体が発振する状態を検出する検出器とを備えたことを特徴とする光ヘッドを提供する。上記構成によれば、記録媒体からの戻り光を検出した信号の強度差が記録媒体の記録情報に応じて大きくなるように反射透過膜が有する所定の透過率を設定すれば、光スポットの径を小さくしてもS/N比の高い再生信号が得られる。

【0020】本発明は、上記目的を達成するため、後端面に高反射膜を有し、前端面に反射防止膜を有して前記前端面からレーザ光を出射する半導体レーザ活性媒体と、前記半導体レーザ活性媒体の前記前端面から出射された前記レーザ光を集光して被集光面上に光スポットを形成する透明集光用媒体と、前記透明集光用媒体の前記被集光面の集光位置に所定のサイズの開口を有し、前記半導体レーザ活性媒体の前記高反射膜との間で半導体レーザの共振器を構成するとともに、前記被集光面上に形成された前記光スポットから前記開口を通して記録媒体に前記レーザ光を入射させる反射遮光膜と、前記記録媒体に入射した前記レーザ光の戻り光に基づいて前記半導体レーザ活性媒体が発振する状態を検出する検出器とを備えたことを特徴とする光ヘッドを提供する。上記構成によれば、記録媒体からの戻り光を検出した信号の強度

$$D_{1/2} = k \cdot \lambda / (n \cdot N_A i)$$

..... (2)

ここに、 $k$ は比例定数でガウスビームの場合は、約0.5であり、 $\lambda$ は入射レーザ光の波長、 $n$ は透明集光用媒体6の屈折率、 $N_A i$ は透明集光用媒体6内部での開口

差が記録媒体の記録情報に応じて大きくなるように反射反射膜の開口のサイズを設定すれば、光スポットの径を小さくしてもS/N比の高い再生信号が得られる。

【0021】本発明は、上記目的を達成するため、後端面に高反射膜を有し、前端面に反射防止膜を有して前記前端面からレーザ光を出射する半導体レーザ活性媒体と、前記半導体レーザ活性媒体の前記前端面から出射された前記レーザ光を集光して被集光面に光スポットを形成する透明集光用媒体と、前記透明集光用媒体の前記被集光面の集光位置に所定のサイズの開口を有するとともに、前記透明集光用媒体側の面が、前記半導体レーザ活性媒体からのレーザ光が反射して前記半導体レーザ活性媒体に戻らないように傾斜面あるいは凹凸面を有する反射遮光体とを備えたことを特徴とする光ヘッドを提供する。上記構成によれば、半導体レーザ活性媒体は、記録媒体からの戻り光によりレーザ発振のオンオフを行うため、S/N比の大きな信号が得られる。

【0022】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る光ヘッドを示す。同図(a)は、光ヘッド1の側面図、同図(b)は底面図である。この光ヘッド1は、半導体レーザ活性媒体2と、半導体レーザ活性媒体2からの誘導放出光3aを平行ビーム3bに整形するコリメータレンズ4Aと、コリメータレンズ4Aからの平行ビーム3bをほぼ直角に折り曲げるフォールディングミラー5と、フォールディングミラー5からの平行ビーム3bを集光する対物レンズ4Bと、対物レンズ4Bから入射される収束ビーム3cを集光して底面である被集光面6c上に光スポット9aを形成する透明集光用媒体6と、透明集光用媒体6の被集光面6cの表面に形成され、被集光面6a上に形成された光スポット9aから光ディスク8の記録媒体8aに近接場光スポット9bを照射する反射透過膜7と、少なくとも対物レンズ4B、フォールディングミラー5、透明集光用媒体6および反射透過膜7を支持し、光ディスク8上を浮上走行する浮上スライダ12とを有する。

【0023】透明集光用媒体6は、ここでは、ソリッド・イマージョン・レンズ(Solid Immersion Lens: SIL)と称される半球状のものを用いており、収束ビーム3cが屈折せずに垂直に入射する半球面状の入射面6aと、収束ビーム3cが集光して光スポット9aが形成される被集光面6cとを有する。

【0024】被集光面6c上の光スポット9aの直径D<sub>1/2</sub>(光強度が1/2となる位置の直径)は、次式(2)で与えられる。

数であり、本実施の形態では透明集光用媒体6としてSILを使用しており、入射面6aでの屈折がないため、対物レンズ4BのNAに等しい。記録に際しては、記録

媒体8aを被集光面6cにレーザ光の波長の数分の一にまで近づけ、近接場光スポット9bが実質的に余り広がらない範囲で行うため、近接場光スポット9bの直径も同程度となる。また、光記録の場合、通常、光強度がピークの1/2となる位置での光強度が記録の閾値になるように設定されるため、記録マークの直径は、ほぼD<sub>11</sub>となる。半導体レーザ活性媒体2としてGaAlInP系の赤色レーザ（波長630nm）、透明集光用媒体6として重フリントガラス（屈折率2.0）を用い、対物レンズ4BのNAを0.8とすると、光スポット径D<sub>11</sub>は、約0.18μmとなり、最小記録マークの直径もほぼそれと同程度となる。また、GaInNを材料とする青色レーザを使用すると、発振波長は400nmであり、スポット径は0.12μmと大幅に縮小でき、それに伴い、記録再生密度を上げることができる。

【0025】図2は、半導体レーザ活性媒体2を示す。半導体レーザ活性媒体2は、n型GaAs基板2aと、基板2a上に形成された活性層2bと、活性層2b上に形成されたp型GaAs層2cと、後端面に形成された高反射膜2dと、出力側端面に形成された反射防止膜2eと、使用時には逆バイアスが印加される活性部電極2f、光検出部電極2gおよびn型電極2hとを備え、半導体レーザ活性媒体2の後端面に形成された高反射膜2dと透明集光用媒体6の被集光面6cに形成された反射透過膜7との間で半導体レーザの共振器を構成し、活性

$$P = C \cdot (G / (L + (T - R)) - 1) \cdot (T - R) \quad \dots \quad (1)$$

)

ここに、Tは反射透過膜7の透過率、Gは一往復当りの利得、Lは一往復当りの共振器の内部損失、Cは定数である。

【0028】反射透過膜7は、上記式(1)の光出力Pの戻り光があるときの最大値と戻り光がないときの最小値の差が最も大きくなるような透過率Tが得られるように、材料および厚さを選定すればよい。反射透過膜7の材料としては、例えば、銀(Ag)薄膜や他の金属膜、SiO<sub>2</sub>とCeO<sub>2</sub>等の薄膜を重ねた誘電体多層膜、光強度に依存して透過率が非線型に変化する、多光子吸収膜や可飽和吸収膜等のいわゆる超解像膜等を用いることができる。誘電体多層膜を用いた場合は、吸収の少ないので、式(1)から分かるように、変調度を大きく取ることができる。超解像膜を用いた場合は、光スポット9aの中心部の光強度の高い部分のみを出射させることができ、これによって出力レーザ光を絞ることができ、さらに高記録密度化が可能となる。

【0029】次に、SN比の高い再生信号が得られる理由を図3を参照して説明する。上記式(1)から分かるように、利得と損失(L+(T-R))が等しくなったところで発振が開始、すなわち閾値に達し、その後は近似的には直線的に増加する。図3において、曲線Aは、反射戻り率Rが大きい場合、Bは小さい場合を示し、

部電極2fとn型電極2h間に順方向に電流を印加することにより活性層2bにてレーザ発振を行って反射透過膜7を通して近接場光スポット9bを出し、光検出部電極2gとn型電極2hとの間の光検出部2xによって半導体レーザ活性媒体2の発振状態を検出するものである。

【0026】反射透過膜7は、所定の透過率を有するものが用いられる。以下、それについて図面を参照して説明する。

【0027】図3は、半導体レーザ活性媒体2への注入電流とレーザ出力の関係を示す。また、同図は、半導体レーザの共振器の出力端である反射透過膜7での光損失をパラメータとして示している。記録媒体8aから戻り光がある場合は、等価的に光損失が低下するため、半導体レーザの共振器の正味損失は、反射透過膜7の透過率から反射戻り率を引いた値となる。ここに、「反射戻り率」とは、出力光に対し、記録媒体8aで反射した後、半導体レーザ活性媒体2に再入射する戻り光の光強度比をいう。この反射戻り率は、実際には、共振器内での位相に対する戻り光の位相ずれを考慮する必要があるが、記録媒体8aとの距離が波長の数分の一と小さく、また、変動も少ないため、その位相ずれを一定として、位相ずれを考慮した等価的な反射戻り率をRとすると、この半導体レーザの光出力Pは、次式(1)で近似できる。

20 30 40 50

C, Dは従来例の図20に示すセルフォックレンズ53の出力面に開口54aを有する高反射膜54を用いた場合を示す。この図から分かるように、いずれの場合も注入電流が小さい場合は、レーザ発振は行われず、曲線Eを辿って僅かに光出力が増大する。この光出力の大部分は自然放出光であり、注入電流が増大するにつれて誘導放出光の割合が増加し、やがてレーザ発振の閾値に至る。反射戻り率Rが大きい場合(A)は、小さい注入電流で、低い場合(B)は、大きい注入電流でレーザ発振の閾値に至る。両者の閾値差が大きいため、その中間の電流値dの電流を注入することにより、戻り光の強度の大小により、曲線A, B間でオンオフ変調ができる。S/Nを高くとることができ。従来の開口を用いた場合(C, D)は、高反射膜54による反射が大きいため、共振器の損失(L+(T-R))が小さくなり、閾電流値は低いが、透過率Tが小さいため、同図に示すように、反射戻り率Rが大きい場合(C)と、小さい場合(D)との差が小さくなり(原理的にR>T)、オンオフ変調が難しくなる。

【0030】実際には、半導体レーザ活性媒体2のGaAlInPなどの活性層2bの単位長さ当りの利得は、0~300cm<sup>-1</sup>程度で注入電流とともに増加し、光損失αは10cm<sup>-1</sup>であり、活性層2bの長さは0.03

cm程度であるため、利得Gは0～9、損失は0.3となる。戻り光と半導体レーザ活性媒体2とのカプリング効果を高めるためには、反射透過膜7の透過率は10%以上と高いほうがよく、反射透過膜7の透過率を例えば50%に設定すると、利得G=0.8でレーザ発振を開始する。

【0031】光ディスクとしては、DVD-ROMなどの再生専用型光ディスクや、書き換え型の相変化光ディスクを用いることができる。

【0032】光ディスクとして再生専用型光ディスクを用いた場合は、その記録マークの高反射部での反射率は80%と高いため、この戻り光のある場合には、反射透過膜7の損失は、0.06程度となり、閾値利得は0.36程度と戻り光のない場合の半分以下となる（この場合の閾値電流値は一般的に10～20mAである）。このため、高反射時の閾値電流値aと低反射時の閾値電流値bとは2倍以上の差となる。従って、再生時の電流値をbよりも十分低い電流値dに設定することにより、光ディスクの記録マークの高反射部でのみ発振し、記録マークの低反射部ではレーザ発振せず、矢印eに示すようにレーザ発振のオンオフ変調がなされるので、大きな信号出力が得られ、S/Nを高めることができる。一方、従来の微小開口の例では、開口の透過率は、0.01以下であり、反射光が100%変調されたとしても、高反射時と低反射時の光損失はそれぞれ0.3と0.31程度の差しかなく、殆ど変調度が取れない。

【0033】光ディスクとして書き換え型の相変化光ディスクを用いた場合は、結晶部とアモルファス部の反射率はそれぞれ0.3と0.1程度であるので、それぞれの場合の全損失は0.45と0.35程度となり、その差は0.1とROMの場合の数分の一となるが、閾値電流値にして3mA以上の差が取れるので、十分な信号再生ができる。また、相変化ディスクの記録時には、閾値電流値bよりも十分大きな電流値fにおいてマークを形成することになり、戻り光の有無の差を吸収して安定してマーク形成を行うことができる。

【0034】次に、この光ヘッド1の再生動作を説明する。半導体レーザ活性媒体2から誘導放出光3aを出射すると、その誘導放出光3aは、コリメータレンズ4Aによって平行ビーム3bに整形され、フォールディングミラー5によってほぼ直角に折り曲げられた後、対物レンズ4Bによって集光されて透明集光用媒体6の入射面6aに入射する。透明集光用媒体6に入射した収束ビーム3cは、透明集光用媒体6により集光され、被集光面6cに光スポット9aを形成する。被集光面6cに形成された光スポット9aは、反射透過膜7から近接場光スポット9bとして漏れ出し、光ディスク8の記録媒体8aに入射し、記録媒体8a上に形成された記録マークを照射する。光ディスク8の記録媒体8aの記録状態に応じて記録媒体8aからの戻り光の強度が異なる。記録媒

体8a上の記録マークに照射された近接場光スポット9bは、記録マークで反射しその戻り光は、照射時と逆の経路を辿り、反射透過膜7を透過して半導体レーザ活性媒体2に入射する。この戻り光による半導体レーザ活性媒体2の自己結合効果により、光ディスク8からの戻り光の強度に応じて半導体レーザ活性媒体2が発振する。戻り光の強度が大きい場合と小さい場合の中間の電流値を注入電流として設定してあるので、半導体レーザ活性媒体2の光検出部2xは、半導体レーザ活性媒体2の発振状態を検出し、光検出部電極2gから検出信号を出力する。

【0035】上述した第1の実施の形態によれば、微小な光スポット9aが得られるとともに、再生時にレーザのオンオフ変調ができるため、S/Nの高い信号再生が可能となり、ひいては高密度記録が可能となる。なお、透明集光用媒体6としてスーパーソリッド・イマージョン・レンズ(Super Solid Immersion Lens: S-SIL)と称される裁底球状で、かつ、中心からr/n(rは半径、nは媒体屈折率)の底面に被集光面を有するものを用いてもよい。これにより、本実施の形態と同様の効果が得られる。この場合、入射面で屈折するため、透明集光用媒体内部での開口数NAiをさらに高められため、より微小径の光スポットが得られ、さらに高記録密度化ができる。また、本実施の形態では、半導体レーザの共振器の出力面である反射遮光膜7を記録媒体8aに近接できるため、戻り光の位相が対物レンズ4A, 4B、フォールディングミラー5、透明集光用媒体6等の光素子の熱膨張の影響を受けないため、温度変動に対して安定な信号再生が可能となる。

【0036】図4は、本発明の第2の実施の形態に係る光ヘッドを示す。同図(a)は側面図、同図(b)は底面図である。なお、同図において、Xはトラック方向を示し、Yはトラック方向Xに直交する方向を示す。この第2の実施の形態は、第1の実施の形態の反射透過膜7の代わりに、微小の開口10aを有する反射遮光膜10を用いたものであり、半導体レーザ活性媒体2の後端面の高反射膜2dと反射遮光膜10との間で共振器が構成されている。開口10aのサイズは、光スポット9aの直径よりも小さく、例えば、幅0.1μm、長さ0.1μmの矩形状を有する。

【0037】このように構成された第2の実施の形態によれば、透明集光用媒体6として微小な光スポット9aが得られるSILを用いているため、反射遮光膜10上での光スポット9aの径は0.2μm以下にでき、開口10aのサイズを0.1μmとした場合、両者の面積比は0.25となり、近接場光スポット9bはほぼガウス型の強度分布を有するため、中心部にパワーが集中しており、従って開口10aの実質透過率は、0.5程度と第1の実施の形態と同程度にでき、従って反射光とレーザとのカプリング効率も同様に高められ、S/Nの高い

再生信号が得られる。すなわち、第1の実施の形態と同様に、再生信号の高S/N化が図れ、従来困難であった高密度記録再生が可能となる。

【0038】なお、開口10aは光スポット9aの直径よりも小さい円形でもよい。また、開口10aのサイズは、0.1μm以下にすることも可能であり、それによりさらに高記録密度化を図ることができる。また、図4(c)に示すように、矩形の開口10aのトラック方向Xと直交する方向Yを近接場光スポット9bの直径よりも大きくしてもよい。これにより、戻り光と半導体レーザ活性媒体2のカプリング効率を大きくできるので、トラック方向Xの開口幅を狭めることができ、実質的に記録密度を本実施の形態と同程度にできるとともに、近接場光スポット9bをトラック方向Xに直交する方向Yに走査できるので、それを用いて高速のトラッキングを行うことができる。

【0039】図5は、本発明の第3の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この第3の実施の形態は、透明集光用媒体6として平板状のものを用いたものであり、透明集光用媒体6は、平行なレーザビーム3bが入射する入射面6aと、入射面6aに対向する位置に設けられた被集光面6cを有し、入射面6aに、平行ビーム3bを集光する透過型のホログラム11を配置し、被集光面6cの表面に反射透過膜7を配置したものである。この第3の実施の形態によれば、開口数0.8以上の集光が可能があるので、第1の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0040】図6は、本発明の第4の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この第4の実施の形態は、透明集光用媒体6として回転放物面型のものを用い、コリメータレンズ4Aの出力ビーム3bを直接この透明集光用媒体6に入射している点が第1の実施の形態と異なり、他は第1の実施の形態と同様に構成されている。

【0041】透明集光用媒体6は、平行ビーム3bが入射する入射面6aと、入射面6aに入射した平行ビーム3bを反射する反射面6bと、反射面6bからの収束光3cが集光し、光スポット9aが形成される被集光面6cとを有し、反射面6bの表面には金属等からなる反射膜13が形成されている。反射面6bは、透明集光用媒体6内部での収束光3cの収束角を大きくし、被集光面6cに微小の光スポット9aを形成するため、回転放物面の一部からなる。回転放物面の断面の主軸をX軸に、垂直軸をZ軸に採り、焦点位置Fの座標を(p, 0)、高さをzとすると、断面は、

$$z' = 4px$$

と表される。また、回転放物面を用いてその焦点に集光する場合、原理的に無収差の集光が可能であり(光学:久保田、岩波書店、P. 283)、単一の集光面6bにより微小の光スポット9aを形成することが可能になる。この場合の光スポット9aの直径D<sub>1/2</sub>は、次式で与えられる。

$$D_{1/2} = k \cdot \lambda / (n \cdot NA_i)$$

ここに、kは比例定数でガウスビームの場合は約0.5であり、λは入射レーザ光の波長、nは透明集光用媒体6の屈折率、NA<sub>i</sub>は透明集光用媒体6内部での開口数である。本実施の形態では、半導体レーザ活性媒体2として、赤色発光(630nm)のGaInP系媒体を使用し、NA<sub>i</sub>は0.8とした。

【0042】上述した第4の実施の形態によれば、反射透過膜7上の光スポット径は、第1の実施の形態と同様に0.2μm以下となり、第1の実施の形態と同様の高記録密度化が可能となる。また、この透明集光用媒体6の高さについては、加工上の問題以外に特に制限はなく、0.5mmにすることも可能であることから、光ヘッド1のサイズを磁気ヘッドと同程度に小型化できる。なお、透明集光用媒体6の反射面6bを回転楕円面の一部から構成してもよい。これにより、回転放物面を用いた透明集光用媒体と同様の効果が得られる。

【0043】図7は、本発明の第5の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この第5の実施の形態は、図6に示す第4の実施の形態の透明集光用媒体6の入射面6aを凸状にしたものである。凸状の入射面6aは、コリメータレンズの役割を果たすので、コリメータレンズ4Aを省略することができる。

【0044】図8は、本発明の第6の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この第6の実施の形態は、第4の実施の形態において、回転楕円面の反射面6bの一方の焦点F1を入射面6a上に形成し、他方の焦点F2を被集光面6c上に形成し、図6のコリメータレンズ4Aを省略し、入射面6aに半導体レーザ活性媒体2の出力面を当接し、入射面6a上の焦点F1と半導体レーザ活性媒体2の出力位置を一致させたものである。この第6の実施の形態によれば、部品点数が減らせるとともに、光ヘッドの組み立て調整が簡素化でき、小型化を図ることができる。

【0045】図9は、本発明の第7の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この第7の実施の形態は、断面三角形状の透明集光用媒体6を用い、透明集光用媒体6の反射面6bの表面に、集光作用を有する反射型のホログラム11を配置したものであり、他は第4の実施の形態と同様に構成されている。反射型のホログラム11としては、バイナリホログラムでもポリュームホログラムでもよい。この第7の実施の形態によれば、反射面6bを平坦にできるため、透明集光用媒体6の加工性を高くできる。

【0046】図11は、本発明の第9の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この第9の実施の形態は、第1の実施の形態の形態において、対物レンズ4B、および半球状の透明集光用媒体6の代わりにカタディオプティック(Catadioptric)型の透明集光用媒体6を使用したものである。この透明集光用媒体6は、平行なレーザビーム

3 b が入射する凹面状の入射面 6 a と、入射面 6 a に對向する位置に設けられた被集光面 6 c と、入射面 6 a の周囲に形成された非球面状の反射面 6 b とを有し、非球面状の反射面 6 b の表面に、反射膜 13 を形成したものである。この第 9 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様の効果が得られるとともに、対物レンズが不要であることから、小型化が可能となる。なお、反射膜 13 の代わりに反射型のホログラムを用いてもよい。

【0047】図 12 (a), (b) は、本発明の第 10 の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この第 10 の実施の形態は、透明集光用媒体 6 として S-SIL を用いたものであり、その被集光面 6 c 上には、微小の開口 10 a を有する反射遮光膜 10 が形成されている。また、反射遮光膜 10 は、同図 (a) に示すように、上面 10 b が凸型の円錐面状を有する。これにより、反射遮光膜 10 の上面 10 b に照射した光ビーム 3 d は反射するが、その反射光 3 c は半導体レーザ活性媒体 2 に戻らず、開口 10 a を通過したレーザ光のみが戻るため、S/N 比を向上させることができる。なお、透明集光用媒体 6 は、他の実施の形態のものを用いてもよい。また、反射遮光膜 10 の上面 10 b は、同一方向に傾斜した面でもよい、凹型の円錐面状でもよく、同図 (b) に示すように、細かい凹凸を形成してもよい。

【0048】なお、第 1 ~ 第 10 の実施の形態において、半導体レーザ活性媒体 2 中に、複数の活性層 2 b、活性部電極 2 f および光検出部電極 2 g を十数  $\mu\text{m}$  ないし 30  $\mu\text{m}$  程度の間隔で平行に配置することにより、複数の近接場光スポット 9 b を発生させるようにしてよい。これにより、これらの複数の近接場光スポット 9 b を複数のトラック上をトラッキングさせることにより、複数のトラックに対して同時に記録再生を行うことが可能となり、高転送レート化が達成できる。また、第 3 ~ 第 9 の実施の形態において、反射透過膜 7 の代わりに第 2 の実施の形態と同様に微小の開口 10 a を有する反射遮光膜 10 を用いてもよい。これにより、第 2 の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0049】図 13 は、本発明の第 11 の実施の形態に係る光ディスク装置 20 を示す。この光ディスク装置 20 は、円盤状のアルミニウム基板 122 の一方の面に記録層 121 が形成され、モータ 22 の回転軸 221 を介して回転する光ディスク 120 と、光ディスク 120 の記録層 121 に対して記録再生を行う第 4 の実施の形態と同様に構成された光ヘッド 1 と、光ヘッド 1 を光ディスク 120 の内外周にわたってアクセスし、かつ、トラッキングさせるリニアモータ 23 と、リニアモータ 23 側から光ヘッド 1 を支えるスイングアーム 24 と、光ヘッド 1 を駆動する光ヘッド駆動系 25 と、光ヘッド 1 にレーザ駆動信号を送り、かつ、光ヘッド 1 からの信号を処理する信号処理系 26 とを有する。なお、光ディスク 120 の基板 122 の材料としては、アルミニウムだ

けでなく、Si や表面研磨を施したポリカーボネイト等を使用してもよい。

【0050】信号処理系 26 は、光ヘッド 1 に設けられた半導体レーザ活性部の光検出部が検出した光ディスク 120 からの戻り光に基づいてトラッキング制御用の誤差信号およびデータ信号を生成し、誤差信号はハイパスフィルタとローパスフィルタによって高周波域と低周波域の誤差信号に分け、これらの誤差信号に基づいて光ヘッド駆動系 25 に対してトラッキング制御をさせるものである。ここでは、トラッキング用の誤差信号をサンプルサーボ方式（光ディスク技術、ラジオ技術社、P. 95）によって生成するようになっており、このサンプルサーボ方式は、千鳥マーク（Wobbled Mark）を間欠的にトラック上に設け、それらからの戻り光の強度変化から誤差信号を生成するものである。また、トラッキング制御は、低周波の誤差信号に基づいてスイングアーム 24 駆動用のリニアモータ 23 を制御し、高周波の誤差信号に基づいてビーム走査型の半導体レーザ活性媒体 2 を制御する 2 段制御方式となっており、低周波から高周波ま

での精密なトラッキングを可能としている。サンプルサーボの場合、記録信号とトラッキング誤差信号とは時分割的に分離されているので、両者の分離は再生回路におけるゲート回路により行う。

【0051】図 14 は、光ヘッド 1 を示し、同図 (a) はその側面図、同図 (b) はその平面図である。光ヘッド 1 は、光ディスク 120 上を浮上走行する浮上スライダ 31 を有し、この浮上スライダ 31 の上に、半導体レーザ活性媒体 2 と、半導体レーザ活性媒体 2 からの誘導放出光 3 a を平行光ビーム 3 b に整形するコリメータレンズ 4 A と、半導体レーザ活性媒体 2 を支持する石英板 32 と、コリメータレンズ 4 A からの平行光ビーム 3 b を集光する回転放物面からなる反射面 6 b を有する透明集光用媒体 6 と、透明集光用媒体 6 の反射面 6 b の表面に A1 などの金属で蒸着形成された反射膜 13 とを配置している。透明集光用媒体 6 の被集光面 6 c の表面に、図 4 (c) と同様のスリット状の開口 10 a を有する反射遮光膜 10 を配置している。また、全体はヘッドケース 36 内に収納され、ヘッドケース 36 は、サスペンション 37 の先端に固定されている。また、光ディスク 120 の記録層 121 として、ここでは相変化型の記録媒体を用いる。

【0052】透明集光用媒体 6 は、例えば、屈折率  $n = 2.0$  を有する重フリントガラスからなり、高さ 0.6 mm、長さ 0.9 mm、幅 1.8 mm を有する。この透明集光用媒体 6 の被集光面 6 c は、浮上スライダ 31 の一部を形成する。また、浮上スライダ 31 は、正圧を生じる凸部 31 a と、負圧を生じる凹部 31 b を有し、両者のバランスにより、100 nm 程度ないし、それ以下の適当な浮上高を保つ。なお、浮上スライダ 31 の部材の屈折率が透明集光用媒体 6 の屈折率と等しい媒体で構

成し、浮上スライダ31の下面が、透明集光用媒体6の被集光面6cを兼ねてもよい。

【0053】図15(a), (b)は、この第11の実施の形態に係る半導体レーザ活性媒体2を示す。同図(a)は上面図、同図(b)は出力側の端面図である。この半導体レーザ活性媒体2は、ビーム走査型のものであり、基板460を有し、その上面に上部電極461、下面に下部電極462、中央に活性層463をそれぞれ形成し、活性層463の後端面に高反射膜465、先端面に反射防止膜466を形成したものである。また、高反射膜465と透明集光用媒体6の被集光面6c上の反射透過膜7とで共振器を構成している。活性層463の発振狭窄部の主部464aと先端部464bの幅はそれぞれ3μm、5μmであり、長さはそれぞれ300μm、50μmである。上部電極461は、主部電極461aと、左右一対の先端部電極461b, 461bと、光検出部電極461cからなる。活性層463の発振部は、発振狭窄部464a, 464bにより狭窄され、さらに、先端部電極461b, 461bに分割して、交互に電流を流すことにより、出力レーザビームは左右に走査される。この走査幅は約1μmで、走査周波数は30MHzまで可能である。この出力レーザビームの走査は、トラッキングの高周波部分に使用する。

【0054】図16は、このビーム走査型の半導体レーザ活性媒体2をトラッキングに使用した場合の、近接場光スポット9bとトラック8cの位置関係を示す。通常、光ディスク120では、100μm程度の偏心は避けることができない。このため、近接場光スポット9bを同図矢印方向(トラック方向に直交する方向)にトラッキングする必要がある。

【0055】図17は、サーボ特性を示す。トラック幅は0.2μm程度以下であり、その1/10以下のトラッキング精度が必要であり、また、高転送レート化のため6000rpm以上の光ディスク120の回転数が必要になることから、同図に示すように、利得80dB以上、帯域30kHz以上が必要となる。機械的なサーボのみでは、このような要求を満たすことができないので、10kHz程度以上の高周波領域にレーザ光の走査を用いた2段サーボにより、上記の要求を満たしている。また、光検出部電極461cに逆バイアスを印加して光検出部電極461cと下部電極462との間の部分を光検出部として作動させることにより、信号再生を行う。

【0056】活性層463の材料としては、AlGaInPを使用し、発振波長は630nmである。透明集光用媒体6の屈折率は2.0、NAは0.85であり、被集光面6c上での光スポット9aのスポットサイズは、式(2)から分かるように約0.2μmとなる。

【0057】次に、この光ディスク装置20の動作を説明する。光ディスク120は、モータ22によって所定

の回転速度で回転し、浮上スライダ31は、光ディスク120の回転によって生じる正・負圧とサスペンション37のバネによって光ディスク120上を浮上走行し、光ヘッド駆動系25により所定のトラック上をトラッキングする。信号処理系26による駆動によって半導体レーザの共振器を構成する反射遮光膜10の開口10aから近接場光スポット光9bが漏れ出し、この近接場光スポット光9bが光ディスク120の記録層121に伝播し、光記録が行われる。

【0058】再生に際しては、光ディスク120で反射した光は、入射光の経路を逆に辿り、反射遮光膜10の開口10aを通して半導体レーザ活性媒体2に入射し、半導体レーザ活性媒体2を変調する。この半導体レーザ活性媒体2の発振状態の変調は、光検出部電極461cと下部電極462との間の光検出部で検知され、光検出部電極461cから検出信号として取り出される。信号処理系26は、記録時には光検出部2xに入射した光ディスク120からの戻り光に基づいてトラッキング用の誤差信号を生成してヘッド駆動系25を作動して、レーザビーム3aとスイングアーム24を走査してトラッキングを行う。また、再生時には、光ディスク120の記録層121に記録させない程度の低強度のレーザ光を射するように半導体レーザ活性媒体2を駆動し、光ディスク120からの戻り光により誤差信号を生成する。

【0059】上記構成の光ディスク装置20によれば、以下の効果が得られる。

(イ) 微細な記録マークの再生においても、変調度が大きく、かつ、歪みのない、従ってジッタの少ない再生信号が得られるため、再生時の解像度を大幅に上げることができ、光ディスクの大幅な高記録密度化が可能となる。

(ロ) 小型の光ヘッドが作製可能なため、高速のトラッキングが可能となる。

(ハ) 光スポット9aの直径は0.2μmであり、約トラック幅は0.2μm、トラックピッチは0.25μm、グループ部の深さは、約0.05μmとした場合に、マーク長0.1μmの情報を記録および再生することができる。すなわち、従来の自己結合効果を用いた記録再生の場合に比べて5倍以上の高記録密度化が図れる。記録密度は約40Gbits/(inch)<sup>2</sup>であり、3.5インチディスクでは、約40GBの記録容量に相当し、従来の光ディスクの8倍以上に高記録密度化ができる。なお、光ヘッド1として他の実施の形態の光ヘッドを用いてもよい。

【0060】図18および図19は、本発明の第11の実施の形態に係る光ディスク装置を示す。反射遮光膜10の開口10aの形状は、図18に示すように、各辺が光スポット9aの直径よりも小さい矩形状でもよい。半導体レーザ活性媒体2としてビーム走査型のものを用いた場合は、開口10aの範囲内、すなわち0.1μm程

度の範囲内で近接場光スポット9bの強度分布を左右に動す。また、低周波側のトラッキングには、図19に示すように、機械的サーボの他にピエゾ素子を用いる。

【0061】図20は、本発明の第13の実施の形態に係る光ディスク装置20を示す。この光ディスク装置20は、第10の実施の形態の透明集光用媒体6を用いた光ヘッド1を、5枚重ねのディスクスタック型の光ディスク装置に適用したものであり、回転軸66によって回転され、アルミニウム基板61の上下面に記録媒体62、62がそれぞれ被着された5枚の光ディスク60と、各光ディスク60の記録媒体62、62上を浮上走行する10個の光ヘッド1と、回転軸63によって光ヘッド1を回転可能に支持するサスペンション64と、サスペンション64を駆動する回転型リニアモータ65とを有する。回転型リニアモータ65は、サスペンション64が直結される可動片65aと、ヨーク65bによって連結され、可動片65aを駆動する電磁石65c、65cとからなる。この光ヘッド1およびサスペンション64の構造は、第10の実施の形態と同様である。このように構成された第12の実施の形態によれば、光スポット径も第10の実施の形態と同様であり、ディスク径を3.5インチとした場合、記録容量は400GBにできる。なお、光ヘッドとして、第5～第8の実施の形態の光ヘッドを使用してもよい。

【0062】図21は、本発明の第14の実施の形態に係る光ヘッドの側面図を示す。この光ヘッド1は、第2の実施の形態の対物レンズ4B、およびSILの透明集光用媒体6をセルフォックレンズからなる透明集光用媒体6に置き換えたものであり、他は第2の実施の形態と同様に構成されている。なお、反射透過膜7の代わりに、第2の実施の形態に係る光ヘッドと同様に開口を有する反射遮光膜を使用してもよい。

【0063】この第14の実施の形態によれば、半導体レーザの共振器は、反射透過膜7と半導体レーザ活性媒体2の後端面に形成された高反射膜2dとから構成する。これによって比較的光損失の少ない共振器が形成できる。また、セルフォックレンズを透明集光用媒体6に使用した場合、被集光面6cでのスポット径は1～2μmと大きくなるが、この反射透過膜7で反射された光の大半は共振器内に止まるため、光損失とはならない。また、この反射透過膜7あるいは半導体レーザ活性媒体2の後端面の高反射膜2dの反射率を調整することにより、自己結合効果が大きくなるように半導体レーザの光損失を調整することが可能となる。また、セルフォックレンズの場合、形状が円筒形であるため、支えやすく、浮上スライダと一体化して光ヘッドを組み立てる上で好都合である。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光ヘッドおよび光ディスク装置によれば、記録媒体からの戻り光

を検出した信号の強度差が記録媒体の記録情報に応じて大きくなるように反射透過膜が有する所定の透過率を設定することにより、光スポット径を小さくしてもS/N比の高い再生信号が得られるので、半導体レーザの自己結合効果を用いて信号を再生する場合に、再生信号のS/N比が高く、光ディスクの高記録密度化が可能となる。また、記録媒体からの戻り光を検出した信号の強度差が記録媒体の記録情報に応じて大きくなるように反射反射膜の開口のサイズを設定することにより、光スポット径を小さくしてもS/N比の高い再生信号が得られるので、半導体レーザの自己結合効果を用いて信号を再生する場合に、再生信号のS/N比が高く、光ディスクの高記録密度化が可能となる。また、本発明の光ヘッドおよび光ディスク装置によれば、半導体レーザの共振器の出力面を記録媒体に近接できるため、戻り光の位相が光素子の熱膨張の影響を受けないため、使用温度範囲にわたって再生出力の安定化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光ヘッドに関し、(a)は側面図、(b)は底面図

【図2】第1の実施の形態に係る半導体レーザ活性媒体の構成を示す図

【図3】第1の実施の形態に係る注入電流と光出力の関係を示す図

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る光ヘッドに関し、(a)は側面図、(b)は底面図、(c)は他の実施の形態を示す底面図

【図5】本発明の第3の実施の形態に係る光ヘッドの側面図

【図6】本発明の第4の実施の形態に係る光ヘッドの側面図

【図7】本発明の第5の実施の形態に係る光ヘッドの側面図

【図8】本発明の第6の実施の形態に係る光ヘッドの側面図

【図9】本発明の第7の実施の形態に係る光ヘッドの側面図

【図10】本発明の第8の実施の形態に係る光ヘッドの側面図

【図11】本発明の第9の実施の形態に係る光ヘッドの側面図

【図12】(a)、(b)は本発明の第10の実施の形態に係る光ヘッドの断面図

【図13】本発明の第11の実施の形態に係る光ディスク装置の斜視図

【図14】第11の実施の形態に係る光ディスク装置に適用した光ヘッドに関し、(a)は側面図、(b)は底面図

【図15】(a)、(b)は第11の実施の形態に係る光ディスク装置に適用した半導体レーザを示す図

【図16】第11の実施の形態に係る光ディスク装置におけるレーザ光とトラックの関係を示す図

【図17】第11の実施の形態に係る光ディスク装置におけるサーボ特性と2段サーボを示す図

【図18】本発明の第12の実施の形態に係る光ディスク装置におけるレーザ光とトラックの関係を示す図

【図19】第12の実施の形態に係る光ディスク装置におけるサーボ特性と2段サーボを示す図

【図20】本発明の第13の実施の形態に係る光ディスク装置を示す側面図

【図21】本発明の第14の実施の形態に係る光ヘッドに関し、(a)は側面図、(b)は底面図である。

【図22】従来の光ヘッドを示す図

【図23】従来の光ヘッドの開口サイズに対する光出力の関係を示す図

【図24】従来の自己結合型レーザを搭載した浮上型光ヘッドを示す図である。

【図25】従来のテーパー型ファイバを使用した自己結合型レーザを用いた光ヘッドを示す図である。

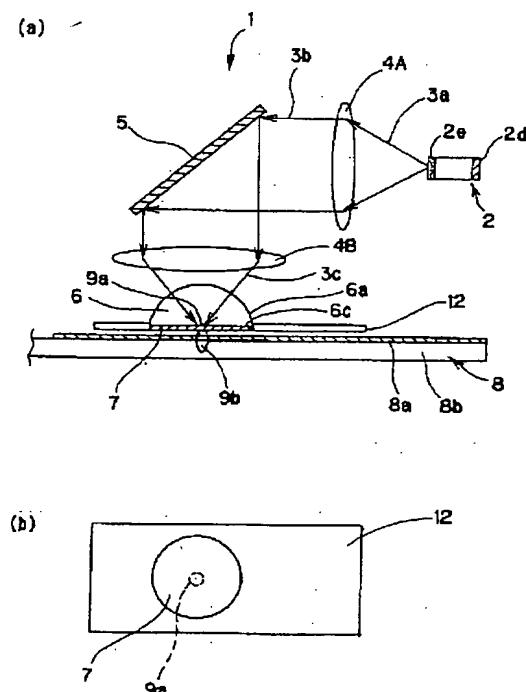
【符号の説明】

- 1 光ヘッド
- 2 半導体レーザ活性媒体
- 2 a n型G a A s基板
- 2 b 活性層
- 2 c p型G a A s層
- 2 d 高反射膜
- 2 e 反射防止膜
- 2 f 活性部電極
- 2 g 光検出部電極
- 2 h n型電極
- 2 x 光検出部
- 3 a, 3 b, 3 c レーザビーム
- 4 A コリメータレンズ
- 4 B 対物レンズ
- 5 フォールディングミラー
- 6 透明集光用媒体
- 6 a 入射面
- 6 b 反射面
- 6 c 被集光面
- 7 反射透過膜
- 8 光ディスク
- 8 a 記録媒体
- 8 b 基板
- 8 c トラック
- 9 a 光スポット
- 9 b 近接場光スポット
- 10 反射遮光膜
- 10 a 開口
- 11 ホログラム
- 12 浮上スライダ

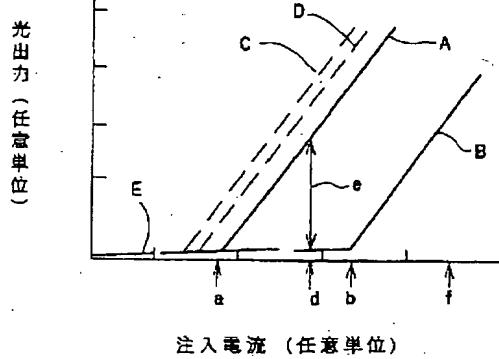
- 13 反射膜
- 20 光ディスク装置
- 22 モータ
- 23 リニアモータ
- 24 スイングアーム
- 25 光ヘッド駆動系
- 26 信号処理系
- 31 浮上スライダ
- 31 a, 31 b 浮上スライダの部分
- 10 32 石英板
- 35 光検出器
- 36 ヘッドケース
- 37 サスペンション
- 50 光ヘッド
- 51 半導体レーザ
- 51 a 高反射膜
- 51 b 反射防止膜
- 52 コリメータレンズ
- 53 セルフォックレンズ
- 20 54 a 開口
- 54 遮光膜
- 55 ホトダイオード
- 56 光ディスク
- 56 a 記録媒体
- 57 光スポット
- 60 光ディスク
- 61 アルミニウム基板
- 62 記録媒体
- 63 回転軸
- 30 64 サスペンション
- 65 回転型リニアモータ
- 65 a 可動片
- 65 b ヨーク
- 65 c 電磁石
- 66 回転軸
- 70 端面発光型半導体レーザ
- 70 a 半導体基板
- 71 フォトダイオード
- 72 支持基板
- 40 73 プリズム
- 74 対物レンズ
- 75 ソリッドイメージョンレンズ
- 75 a 被集光面
- 76 基板
- 80 レーザ
- 80 a ミラー
- 81 光検出器
- 82 対物レンズ
- 83 光ファイバ
- 50 84 テーパー部

8 5 先端  
 8 6 試料  
 1 2 0 光ディスク  
 1 2 1 記録層  
 1 2 2 アルミニウム基板  
 2 2 1 回転軸  
 4 6 0 基板  
 4 6 1 c 光検出部電極  
 4 6 1 a 主部電極  
 4 6 1 上部電極  
 4 6 1 c 電極

【図1】

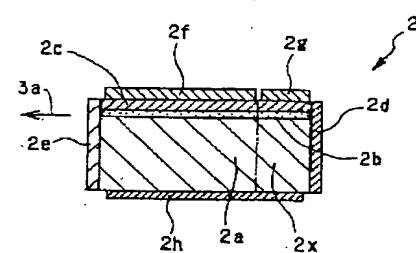


【図3】

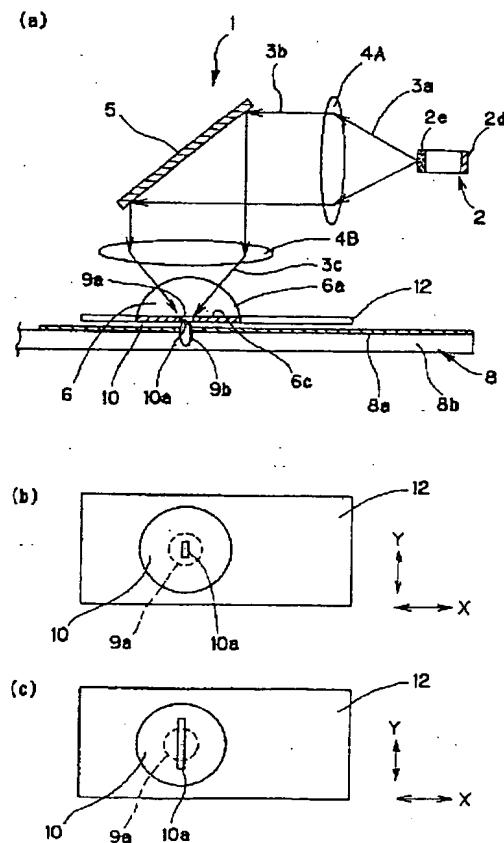


4 6 2 下部電極  
 4 6 3 活性層  
 4 6 4 a 主部  
 4 6 4 b 先端部  
 4 6 5 高反射膜  
 4 6 6 反射防止膜  
 4 6 1 b 先端部電極  
 4 6 4 a, 4 6 4 b 発振狭窄部  
 F1, F2 焦点  
 10 X ト ラ ッ ク 方 向  
 Y ト ラ ッ ク 方 向 に 直 交 す 方 向

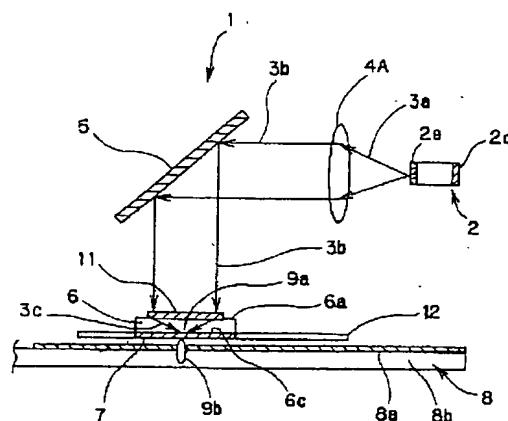
【図2】



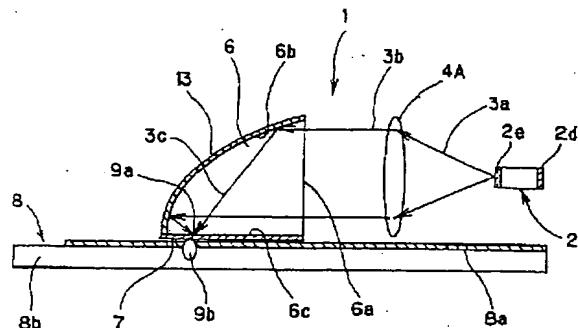
【図4】



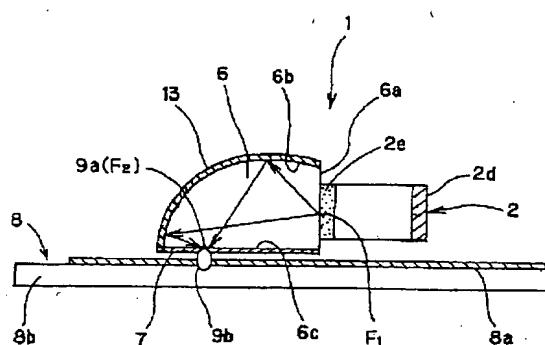
【図 5】



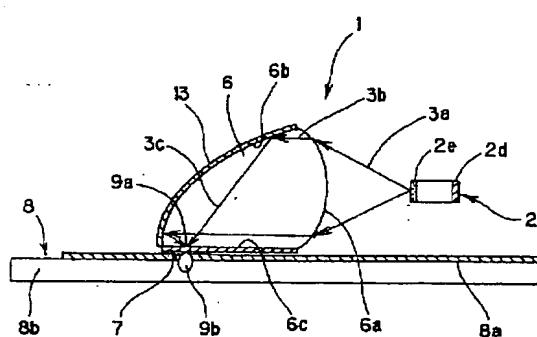
【図 6】



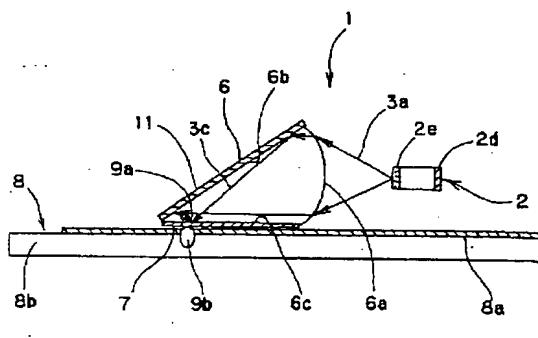
【図 8】



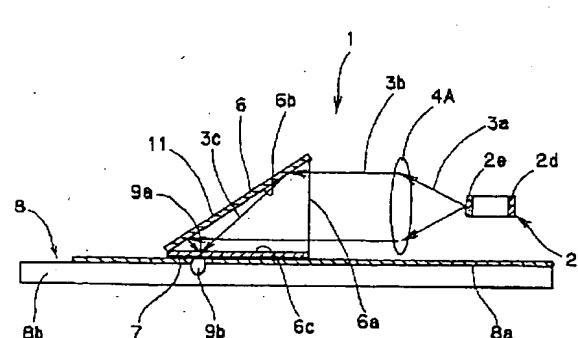
【図 7】



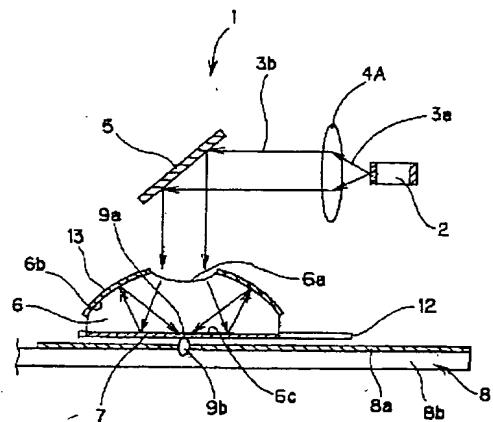
【図 10】



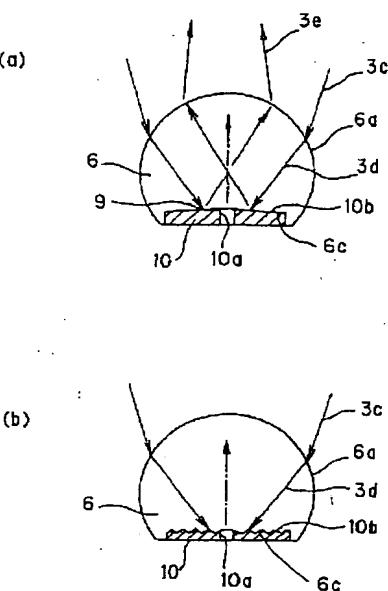
【図 9】



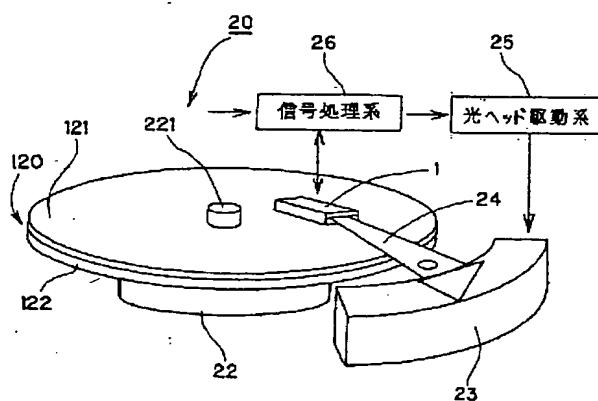
【図11】



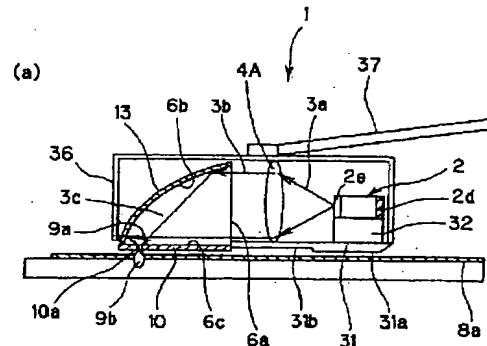
【図12】



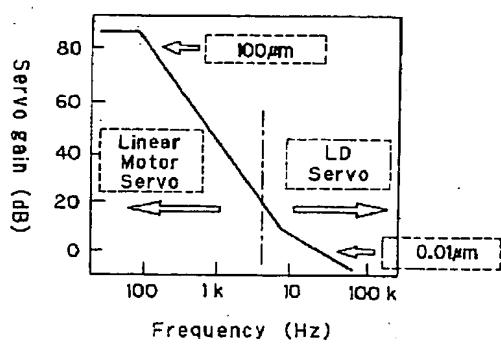
【図13】



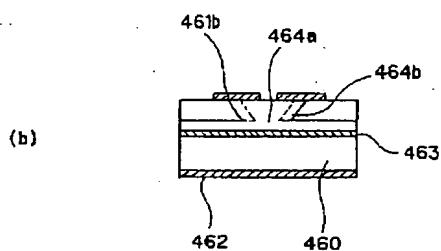
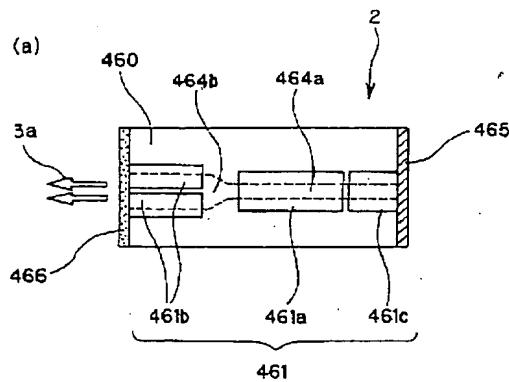
【図14】



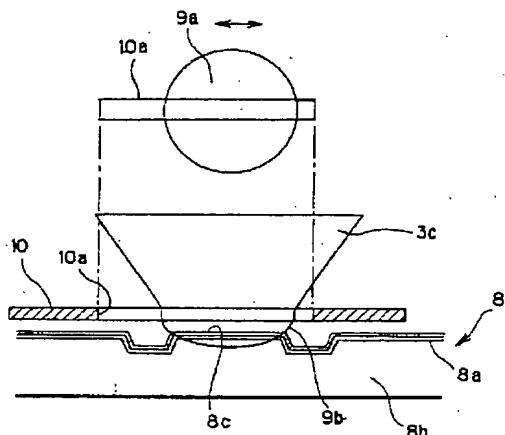
【図17】



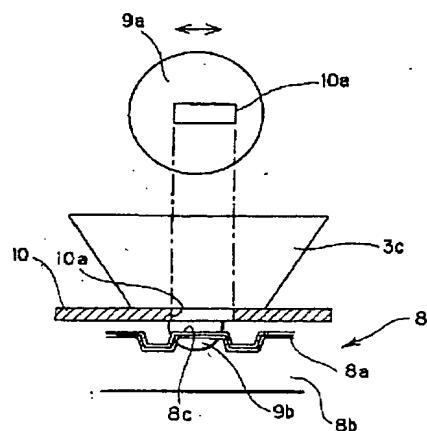
【図15】



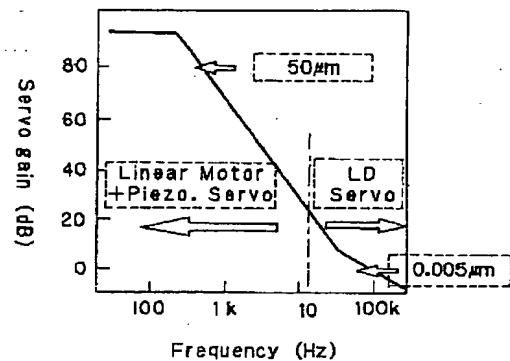
【図16】



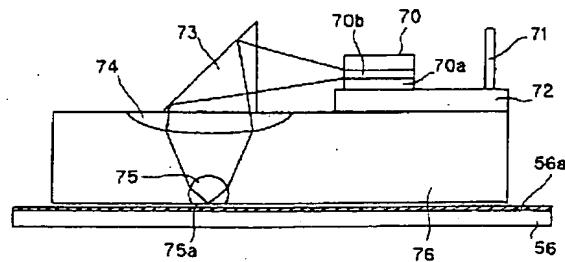
【図18】



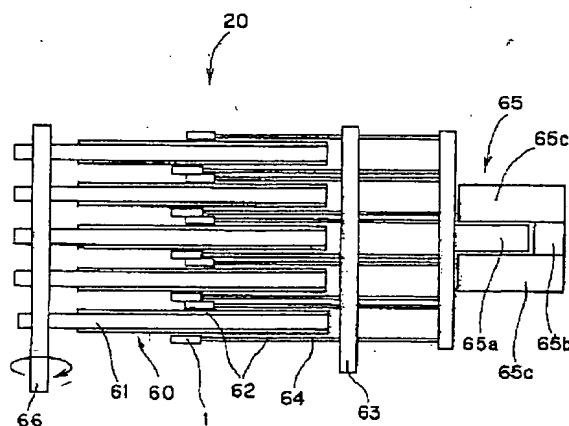
【図19】



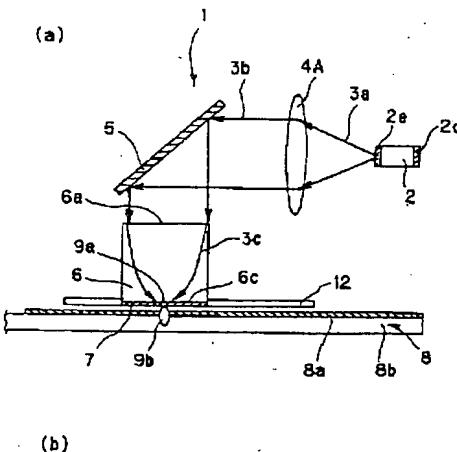
【図24】



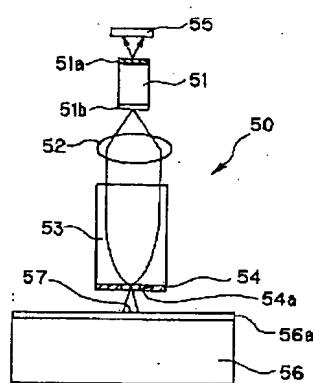
【図20】



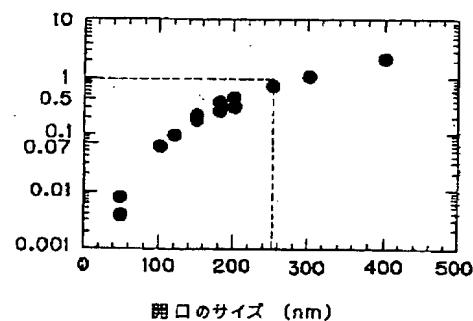
【図21】



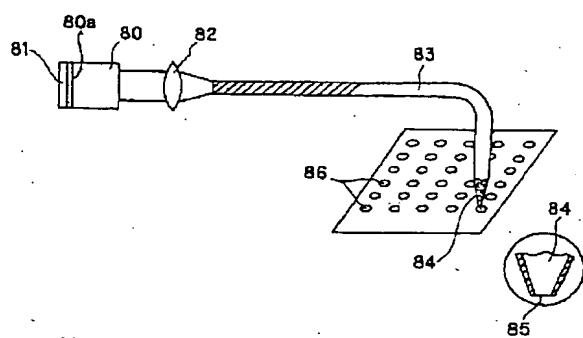
【図22】



【図23】



【図25】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	マークコード(参考)
G 0 2 B	5/32	G 0 2 B	17/08 A 5 D 1 1 9
	17/08	G 1 1 B	7/004 B 5 F 0 4 9
G 1 1 B	7/004		7/125 B 5 F 0 7 3
	7/125		7/13 5 F 0 8 8
	7/13	H 0 1 S	5/028
H 0 1 L	31/0232		5/14
	31/10	G 0 2 B	1/10 Z
H 0 1 S	5/028	H 0 1 L	31/02 D
	5/14		31/10 A

F ターム(参考) 2H042 DA08 DB05 DD07 DE00  
 2H049 CA05 CA20  
 2H087 KA13 TA01 TA03 TA06  
 2K009 CC14 CC42 EE00  
 5D090 AA01 CC12 CC16 DD03 EE12  
 FF03 LL01 LL02  
 5D119 AA05 AA11 AA22 AA43 BA01  
 CA06 CA07 DA01 DA05 EA02  
 FA05 FA36 JA45 JA47 JA48  
 JA64 KA01  
 5F049 MA04 MB07 NA19 NB10 RA07  
 5F073 AA62 AA83 AB21 AB25 AB27  
 AB29 BA05 CA14 CB20 EA27  
 5F088 AA03 AB07 BA15 BB10 EA09  
 KA08